

人間生活工学による高齢者対応住宅設備の開発 (第 4 報)

ユニットケアで使用する家具の開発と評価

橋本晃司, 横山詔常, 岡野 仁, 平田 勉¹⁾

Development of the Elderly People Correspondence Housing Equipment by Human Life Engineering IV

Development and Evaluation of Furniture which are used by Unit Care

HASHIMOTO Koji, YOKOYAMA Noritsune, OKANO Hitoshi and HIRATA Tsutomu

Not only an improvement of sitting-room environment but fullness of the whole life space is important for improvement in the comfortable nature of elderly people's life space. In research of the last fiscal year, the prototype product which can be tried from a unit care to evaluation of primary trial production furniture home practical use was developed, and commercial production of a furniture maker and nine items was completed. Human lives, such as the number of steps of the citizen in amount measurement at the time of using monitor introduction evaluation and furniture of line activities, and furniture introduction order, and change of body composition, engineering verification was performed and the housing equipment and furniture which were developed investigated the influence which gives a user Moreover, practical uses of computer mannequins were tried in development, and the practical use to a future welfare furniture design was verified.

高齢者生活空間の快適性向上には居室環境の改善だけではなく、生活空間全体の充実が重要である。最終年度の研究では一次試作家具の評価を基に、ユニットケアから在宅活用まで試用可能なプロトタイプ製品の開発を行い、家具メーカーと 9 品目の製品化を完了した。モニタ導入評価や家具を使用した際の筋活動量測定、家具導入の前後での生活者の歩数や体組成の変化など人間生活工学的な検証を行い、開発した住宅設備及び家具が利用者に与える影響を調査した。また、開発においてコンピュータマネキンの活用を試み、今後の福祉家具設計への活用を検証した。

キーワード：高齢者, ユニットケア, 製品化, 筋活動量測定, 歩数, コンピュータマネキン

1. 緒 言

昨年までに福山・府中の家具メーカーの協力を得て、ユニットケアでの活用を想定した住宅設備及び家具 11 品目の一次試作を行った¹⁾。これらの住宅設備及び家具はユニットケア施設職員への調査²⁾で得た「歩行数の減少を問題とし、自発的に安全に歩行運動が行える家具」、「高齢者自身が安全に、安心して共同作業や身の回り作業を行える家具」の 2 つのコンセプトを中心に開発した。ユニットケアでは「施設を家庭の生活に近づける」ことを目的とし、痴呆高齢者と健常者が共に暮らし易い環境作りを進めている。ユニットケアで全ての人が使え易い設備であれば、在宅高齢者、そしてあらゆる人々に優しいユニバーサルデザイン (UD) になると考える。

最終年度の研究では一次試作家具の評価からプロトタイプの開発を行い、開発家具の身体機能回復及び維持の検証、設計開発へのコンピュータマネキンの活用と身体負荷のシミュレーション技術の構築を進めた。

2. 一次試作家具の評価

一次試作家具の試用評価を、特別養護老人ホームサンサンホームと公立みつぎ総合病院リハビリテーションセンターで行った。被験者の協力を得ることが出来た家具については表 1 のように、指定した作業 (タスク) を行ってもらい、その作業記録から問題点等を検証するタスク分析を行った (表は 2 品目の分析例)。また利用者や職員からの意見・要望を表 2 にまとめた。

表 1 一次試作家具のタスク分析

●UDフロア：被験者B			
条件	動作：タスク	観察記録	問題点・改良点
机なし	動作前		
	立つ	拳で家具を押しながら立つ	
	歩く	頭前傾し重心前にしながら手を振らずに小刻みに歩く	座面を滑らない目方向に 畳のクッション性向上
	歩く→座る	家具の前で体を反転し座る 着座前ストンと落ちる感じ	肘掛などをつける
机をUDフロアの前に置いての立ち上がり	立ち上がり	テーブル縁を両手で掴んで	
	歩く	頸位傾が膝前まで傾斜する	テーブルがあると前傾大きい
	歩く→座り	手を振らずに小刻みに歩く	座る際に座面に手をつく
		家具の前で体を反転し座る 家具に手を添えて座る ストンと落ちる感じはない	着座時テーブル面支持しない
●歩行支援居室タイプ：被験者F			
条件	動作：タスク	観察記録	問題点・改良点
支持面高さ 700mm (転子高)	入口からベッド サイドまで歩行	7歩目で家具に手をつく 11歩で家具を離れる	

2004. 5. 31 受理 産業デザイン部

1) 次長

より若干高)	ベッドサイドから入口まで歩行	全20歩	
		6歩で壁際の物に手をつく	何かあると身体支持をする
		8歩目で家具に手をつく 11歩目で家具を離れる	
高さ800mm	入口からベッドサイドまで歩行	全18歩	
		6歩で壁際の物に手をつく	転子高さより10cm上が安定
		14歩目で家具を離れる	重心の上下動がない
		両手甲を上に向け、バランスをとりながら2、3歩歩く	膝を曲げずすり足で歩行 やや上体が左右に揺れる
		全22歩	段差に注意する

表2 一次試作家具への意見・要望

●ベッドサイドワゴン洋	サンサンホーム	個室居室
<ul style="list-style-type: none"> 床頭台をベッドサイドにくくりつけて、肘から手の面を天板に乗せて起立していた。高さもちょうどよい。 括りつけることによって、引き出しが使い難くなっていた。また、Pパーと床頭台を組み合わせて利用する時、床頭台の前面の収納部分が干渉。 キャスターで動くこと不安定で危ない。 ベッドに固定できる床頭台を考案する。 		
●歩行支援設備A	サンサンホーム	個室居室
<ul style="list-style-type: none"> 購入してまでわざわざ置かない製品である。 パーキンソンの人の加速歩行（段々加速し、止まれない）前方突進には利用価値がある。 利用者が「これを持って歩くの？」との声。 シルバーカーのように、押して歩く物へのニーズ。 		
●サーワーワゴン	サンサンホーム	共用スペース
<ul style="list-style-type: none"> ハンドルグリップ部がぐるぐる回って危ない。 使用状況としては往復で200m程離れた所にお菓子など取りに行くことがある。 配膳は職員で行う。利用者はしていない。 利用者は、天板の上下昇降装置は扱えない。 掃除がしやすいこと。 縁がついていること。落ちないように。 		
●UDフロア	サンサンホーム	共用スペース
<ul style="list-style-type: none"> ベンチとして利用している。座面高さ良い。 部屋が近い人しか使わない。 背もたれがないので、座位が取れる人専用 前に机を置いているので、UDフロア自体に立ち上がりのための縦手すりはなくても良い。 		
●ベッドサイドワゴン和	みつぎリハ	リハビリ室
<ul style="list-style-type: none"> 立ち上がりに役立つ。 パーキンソンの人などに良い 手を付く面の高さちょうど良い。 左マヒの人には、左側に収納部、右側に椅子の配置にする。右マヒの人には逆。 床から立ち上がる時は、椅子を経由しない。 		
●ベッドサイドチェア	みつぎリハ	リハビリ室
<ul style="list-style-type: none"> 病院用のベッドは幅が狭いが、ベッドサイドチェアで幅を広げることで肘を付く場所を確保できる。 仰臥位から端座位に移る時に、ベッドサイドチェアに握りバーがあると良い。 ベッドからチェアに座り直さない。 ベッドとベッドサイドチェアの隙間は気にならない。 収納部は屈まないと操作できないので上蓋式が良い。 		
●レトロ家具	みつぎリハ	痴呆棟
<ul style="list-style-type: none"> 机が高い。車椅子には様々な高さがあり注意が必要。 机は高さ調節が出来るものがよい。 タンスの出し入れ問題ない。現状職員のみ使用。 上部の引き戸収納まで手が届き使い易い。 		
●歩行支援設備B	みつぎリハ	食堂兼居間
<ul style="list-style-type: none"> 下段の雑誌ラックが低く、引き戸収納が良い。 利用者は、机より高い位置しか利用できないのでその部分を利用しやすいようにする。 落下防止線のマグネットによる開閉は必要はない。 		

3. プロトタイプの開発

一次試作の試用調査結果から、製品化に向けたプロトタイプ9品を製作した。9品の中には調査の結果が良好で若干の改良に留まった製品、使用ニーズの点から2種

を統合した製品、メーカーの販売展開の点から用途を変更した製品があり機能面を含め以下に説明する(写真1)。

3.1 歩行支援設備

試用調査において食堂で使用した歩行支援設備Bの評価が高く、居室内の移動サポートを想定した歩行支援設備Aの実用ニーズが低かった。このことからメーカーと検討の上、施設側での導入ニーズも期待できる歩行支援設備Bを製品化した。製品化では端単体と中間単体の組合せとした。既存の老人施設などで、廊下やホールを家具や仮設壁で仕切り、共有空間とするケースが増えている。この家具はキャスターで簡単に移動し、静止アジャスターにより確実に固定設置可能であり、歩行困難な高齢者が手や肘で身体を支持し易い幅広の手掛かり天板を持つことが特徴である。上部は雑誌閲覧台や鑑賞物置台として利用者が歩み寄る環境をつくる。

3.2 とまり木家具

試用調査において座面の幅、奥行きを増やすことや起立の際に手や肘をつく肘掛け面を広くすることへの要望があり改善を行った。新型特養施設を除き、一般的な老人施設は廊下が長く広がっている。各居室から食堂や風呂場への距離が非常に遠く、杖等を使用して自分で移動しようにも、途中で疲れてしまい転倒するというケースを聞き取り把握した。この家具は疲れた際に着座し易いように配慮した。縦握り棒で上下の姿勢変化を支持し、肘掛は起立の際に重心移動を行い易い形状となっている。また杖掛け溝があり杖置きが可能。天板には掲示板が設置できる。

3.3 起立補助家具

試用調査において評価が高く若干の改良にて製品化した。試用において床からの起立の際に、誤って引き出しの把手に手を掛け、引き出しが前に出てしまいバランスを崩す動作が認められたため、誤認を招く外付け把手を削り込み把手に変更した。また座部を跳ね上げ蓋式収納としたが、跳ね上がる座面板の前方を60mm突き出すことで開閉時の手掛かりとし、またこの前方の張り出し面の下部空間を起立の際の蹴込みスペースとして設計した。

この家具は老化から身体機能が減退しても、畳と布団による長年親しんだ生活を続けたい高齢者を支援するものである。居間や寝室において、低い位置に起立のための手掛かりが少ないといえる。この家具では床より360mmと655mm付近を高齢者が座位から起立動作を行う際の最適な支持面と考え、各高さを支持面となる幅広の天板とした。着座、起立動作の途中で腰や膝への負担を軽減する椅子部は、リウマチ患者の靴下履き動作にも便利である。

3.4 移乗収納ツール

ほぼ一次試作のまま製品化した玄関での移乗動作や、ベッドサイドでの起立や身支度などに便利なツールである。アジャスターにより、座面を使用者の着座・起立姿勢に合わせた高さで設定できることが特徴である。ま

た座板が前に60mm 競り出しているため、起立時にかかとが重心の下に入り、前傾姿勢がとり易くなっている。ベッドの上とは異なり畳座面なので、起立時に姿勢も安定し易くなる。玄関での車椅子への移乗補助や靴の脱ぎ履きの活用を想定し、靴等が取り出し易い引き戸収納になっている

3.5 居室収納ツール

一次試作から施設関係者の要望を取り入れ、一般病院や在宅ニーズに向けて3.4の製品に追加して製品化した。

老人施設や病院において来客用の椅子が少なく、またベッドから離れて座位で気分を変えようにも適当な椅子がないと言われる。こうした要望に応えながら、収納としても使用できることで限られたスペースを有効に活用しようとするものである。フタ式の収納となっており、手を離してもゆっくり閉まるトルクダンパーを使用する等、衣類の出し入れが簡便となっている。またロック付キャスターで移動や設置も容易である。3.4の製品同様に座板が前部に60mm 競り出しているため、起立時の前傾姿勢がとり易くなっている。

3.6 UDユニットフロア

競り上がりの前部畳板の固定方法の変更以外は、ほぼ一次試作のコンセプトのまま製品化した。施設生活の中で、団らんをイメージさせ和みの空間を創る設備である。洋式建築の中の和式設備は高齢者の精神の平衡性を保つために重要とされる。幅1600mm、奥行500mmの本体は、そのままでは長椅子のように使用できる。さらに前面の横1600mm、縦325mmの畳を組み込んだ板部材が垂直方向に跳ね上がることで横1600mm、縦825mmの談話ユニット

になることを特徴とする。側面は別ユニットの本棚を組合せて着座や起立の際の手掛かりにもなる。

3.7 サーバーワゴン

一次試作からコストダウンや簡便性の向上を課題に全面的に改良した。リウマチで重いものを運ぶ際に上肢関節に痛みや負担を伴う方や、片マヒなどで両手で物が運び難い方の生活行為を支援する設備である。ユニットケアでは調理や配膳作業を利用者が参加して行い、自主性を高める取組みも多くなっている。1段目にキッチンの高さに合わせた800mmのテーブルがあり、2段目に高齢者の食卓から食器を移し易い高さ500mmのテーブルがある。独特の三角スタイルによって2段目テーブルに配膳し易く、また最下段は引き出し式のバスケットのため奥のものまで楽に取り出せる。その他片足で簡単にロック可能な木製ストップバーも工夫した。

3.8 UDレトロ家具

縦手摺の追加塗装色の変更以外は、ほぼ一次試作のまま製品化した。縦手摺はベッドサイドでの利用ニーズが多く、側面位置に施すことで離床時に体を引き起こし易いとの要望によりオプション化した。塗装色はダークブラウンが気分的に落ち着くと評価されたが、展示会で他の嗜好ユーザの意見を得るために白木調仕上げを試みた。出展した国際福祉機器展では高齢者よりも若年から中年層の車椅子ユーザに白木調が人気を集めた。

施設の高齢者に木の温もりや、デザインの懐かしさを感じてもらい、愛着を持って家具を使用してもらおうと考えたものである。外観は昭和初期を意識したものであるが、機能的にもスライドレールや大きめの把手で使い



【歩行支援設備】

【とまり木家具】

【起立補助家具】

【移乗収納ツール：上
居室収納ツール：下】

【UDユニットフロア】

【サーバーワゴン】

【UDレトロ家具】

【UDシューズコーナー】

写真1 プロトタイプ9品

やすいものとなっている。車椅子着座時には最下部の引き出しを取り外し、蹴り込みスペースをつくることで家具に十分に接近可能で、また着座状態でも上部引き戸収納を使用し易い設計になっている。こうした機能性は、施設の高齢者だけでなく在宅で生活される方まで活用可能と考える。

3.9 UDシューズコーナー

一次試作ではユニットケア施設用の多用途デスクを開発したが、試用施設では介護度の高い高齢者が多く、個室室内軽作業が難しく、施設側のニーズも低かった。メーカーからも、日常で活用する頻度が高く、設備メーカーと展開可能な製品開発の要望があり玄関収納に変更した。

玄関は靴を脱ぎ履きするだけでなく、挨拶の場であり、精神的にも内と外を切り替えるわが国ならではのものがある。しかし250mm~380mmある上がりかまちはバリアーにもなる。一般的にはこの段差を解消することや、靴の脱ぎ履き及びその後の立ち上がりのために土間に椅子を置いたり、壁面に手摺を付けるが、改修後の外観は優しく楽しい印象とは言い難い。福祉対応という雰囲気前面に出ないよう、インテリアに馴染むデザインの中に、高齢者の動作特性に配慮した機能を盛り込むことを目指した。

4. 効用評価

製品化した家具9品の効用評価を進めた。一次試作家具の試用評価は、ユニットケアを行う特別養護老人ホームやリハビリテーションセンターで行ったが、自立歩行や自主的作業のタスクを依頼するには、当方が想定した以上に疲労と危険が多かった。また、効用評価では万歩計の装着による歩行や、通常生活での入所者自身による設備の活用を依頼することもあり、一次試用施設の高齢者には負担が大きいように考えた。このことから製品のモニタ導入及び改善評価は、介護度が低くADL(日常生活動作)が高いと思われるグループホームに場所を移すことにした。また、筋活動量による検証については作業負担や拘束時間の問題から、当所にて被験者を確保して行った。

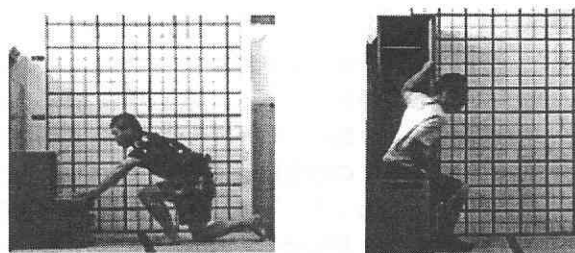
5. 筋活動量測定によるリハビリ効果検証

試作家具使用による身体機能維持(下肢筋力の維持、歩行機会の維持)の効果を検証するため、下肢、体幹、上肢の筋電位を計測し分析を行った。ここでは、起立補助家具、玄関収納家具の起立動作について報告する。

5.1 実験方法

高齢者の使用を想定して、事前に実験に対する説明を行い同意が得られた被験者(表3)に立ち上がり動作を行ってもらい、動作中の筋電位を計測した。立ち上がり動作の試行条件は表4、様子は写真2のとおりである。

筋電図(electromyogram:EMG)は多用途テレメータ



被験者Aさん 被験者Bさん
写真2 実験風景

表3 被験者

被験者	性別	年齢	身長(cm)	転子高(cm)	備考
A	男	62	160	80	腰痛
B	男	61	168	89	
C	男	64	164	84	

表4 立ち上がり動作試行条件

No.	家具	立ち上がり条件	表記
1	起立補助	床に手について	Floor
2	起立補助	座席高さに手について	Seat
3	起立補助	座席高さと同板高さ に手について	Seat&Top
4	玄関収納	椅子から(手すり把持)	Bar
5	玄関収納	椅子から(手すりと肘掛把持)	Bar&Arm
6	玄関収納	椅子から	Chair

(NEC製、サイファクトMT11)を用い、時定数0.03sec、広域遮断フィルターOFF、サンプリング周波数1000Hzにてデータレコーダに記録した。導出筋は腓腹筋(G)、外側広筋(VL)、脊柱起立筋(ES)、上腕三頭筋(TB)、上腕二頭筋(BB)で全て踏み切り側の足と手とした。得られたデータを整流後、積分値を求めた。被験者や動作条件によって立ち上がり動作の所要時間が異なるため単位時間当たりの値(iEMG)を求めた。また、椅子からの立ち上がりである試行条件6のiEMGを基準とし、各被験者毎に正規化した値(%iEMG)を算出した。

5.2 結果と考察

図1に床からの立ち上がり及び起立補助家具を使用した際の筋活動量の平均値と標準誤差を示す。

下腿のG、VLと腰部のESの%iEMGは、座面高さ条件、座面と同板条件の方が床条件より値が低く、筋負担が小さいことが分かる。上肢のTB、BBは、座面高さ条件、座面と同板条件の方が床条件より、値が高く、筋負担が大きいことが分かる。また、椅子からの立ち上がり条件と比較すると、座面高さ条件、座面と同板条件の筋活動量は、下腿部Gでは椅子条件より大きく、大腿部では椅子条件より小さい。腰部は同レベル又はやや低い値である。

従って、床からの立ち上がり動作にて、起立補助家具を使用することは、家具がない場合(床からの立ち上がり)と比較すると、上肢で体重を支え立ち上がることで上肢の負担は増えるが、下肢(特に大腿部のVL)や腰部

の負担は減る。その筋負担は、椅子の立ち上がりと比較すると、下腿では椅子条件より大きく、大腿部では小さく、腰部では同程度の傾向にあるので、下腿と腰部の筋は、椅子の立ち上がり動作と同程度の筋力を要することが分かる。つまり、この起立補助家具を生活リハビリとして利用することによって、下腿と腰部の筋は、椅子の立ち上がり動作を行える程度の筋力維持は可能であると考えられる。

図2に玄関収納家具を使用した場合の筋活動量の平均値と標準誤差を示す。但し、被験者Bの腓腹筋(G)の導出時においてノイズの混入が見られたため統計処理にてケースワイズ除去を行った。

下腿のG, VLの%EMGは、手すりや手すり+肘掛け使用条件の方が把持するものがない椅子条件より、低い値であり、体幹のESでは、やや低い値である。上肢では、BBの手すり把持条件では、座面高さ条件、座面と天板条件の方が椅子条件より高い値であるが、その他はそれほど大きな差はない。

従って、試作の玄関収納家具において、手摺や肘掛の使用により、下肢の筋負担が減ることが示唆される。

5.3 インタビュー

立ち上がり動作施行後のインタビューにて、以下のような意見を収集した。

(Aさん)

- ・腰痛を年2回ほど起こし、布団から立ち上がる時(特に上体を伸び上がる時)に、腰に負担がかかるため布団からベッドに切り替えた。

- ・椅子からの立ち上がりでは、腰に負担をかけない為に肘掛けを手で押しながら体を捻らず、手すりを握った腕の力で立ち上がる。そのため手すりを握る位置は、手を伸ばした高い位置が良い。

(B, Cさん)

- ・起立補助家具では天板高さの支持面は使用しない。
- ・元気な状態であるため不自然な立ち上がりになる。

5.4 筋活動量測定とリハビリ効果検証のまとめ

試作家具の身体機能維持効果(筋力維持、歩行機会の維持)を評価するために、筋電図を計測し検証を行った。床からの立ち上がりにおいて、起立補助家具を使用することにより、下肢の筋負担が減少し立ち上がりを支援し、立位から歩行に容易に移行できる効果(歩行機会、歩行数の維持)があることが示唆された。また、下腿の筋負担は、椅子の立ち上がりよりは負担があるため、畳での生活にて起立補助家具を使用することで、楽になりすぎることではなく、ある程度の生活リハビリ効果があるのではなかろうか。玄関収納家具での椅子から立ち上がりでは、手すりや肘掛けの有効性が把握でき、今回のように長い手すりを使用することにより、身長の変化への対応や腰痛の方の把持位置への対応が可能となり、様々な立ち上がりの支援を行える。

今回の実験では、被験者数が3人と少ないため、統計

処理の信頼性が低い。そのため厳密な分析を行う場合はもっと多くのデータを記録する必要がある。また、今回協力していただいた被験者は、定期的な就業のある、いわゆる「元気高齢者」であるため、下肢筋力の衰えが著しい方や障害のある方にモニタとなってもらい、生活の中でのリハビリ効果を検証することが今後の課題である。

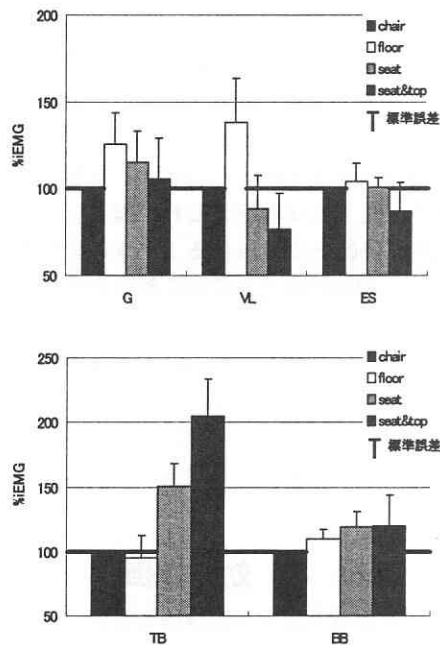


図1 起立補助家具での筋活動量

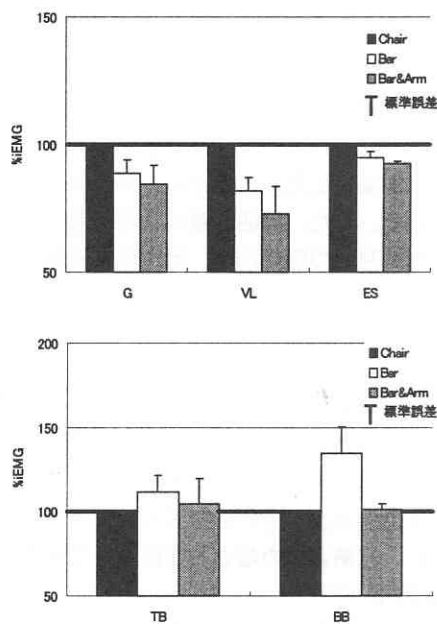


図2 玄関収納家具での筋活動量

6. 歩数と体組成計測による検証

製品化後の導入評価を行っている施設のうち、グループホームひよしでは、家具設置前後での歩数と体組成の変化について約1ヶ月に渡る調査を試みた。

同施設はユニットケアを取り入れ、フロアごとに約8名の高齢者が生活する施設である。食堂やリビングの什器と壁の間にスペースが多くあり、その間に歩行支援設備を配置することで手掛かりを増やし、どのように利用者の生活行動が変化するか検証した。また廊下幅も広く、居室に家具を設置する余裕があり各種家具を導入して、歩行機会を増加させようと試みた。

図3に示すように、Bさんにおいて家具設置後約2週間後の調査で歩数の増加が見られ、設置7日後、10日後の体組成調査では体重、基礎代謝量、骨量が微増もしくは安定を示しながら、図4に示すように運動に伴う体脂肪率の低下が見られた。1ヶ月後の調査で歩数が減少したことに伴い、体脂肪率の若干上昇が見られるが、これが家具への慣れによるものか、別の原因であるかは、職員への聞き取りからは把握できなかった。

Kさんにおいては、雑誌の閲覧を可能とする歩行支援設備に、歩み寄りの動機として検証者側で意図的に並べた雑誌を頻繁に手に取る等、最も活用の機会が多かったことが聞き取り調査から分かった。Kさんでは歩行数の大きな変化は見られなかったが、体組成調査ではBさんと同様に体重、基礎代謝量、骨量が微増もしくは安定を示しながら、体脂肪率抑制の効果が見られた。歩数には表

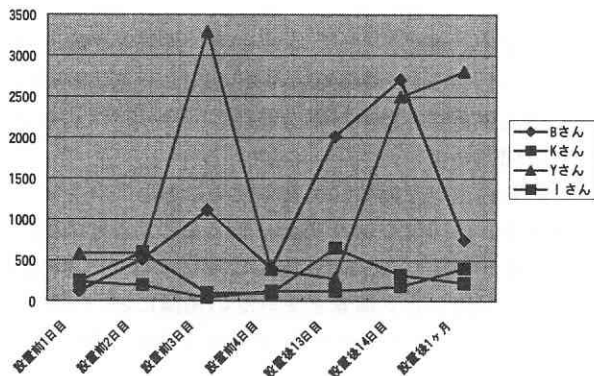


図3 家具設置前後での歩数の変化

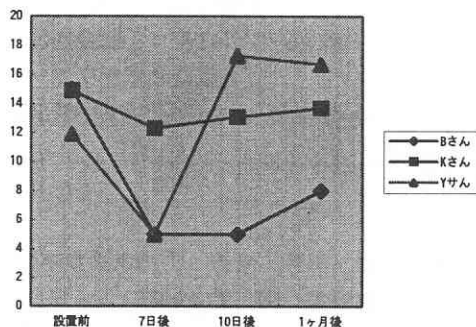


図4 家具設置前後での体脂肪率の変化

われなかったが、家具導入による雑誌閲覧等、「楽しみ」の増加が体調に良い影響を及ぼしたことは考えられる。

ただし、体組成は食べ物や気温に影響を受け易く、短期間で大幅に改善されるものではなく長期間での評価が必要に思える。今回の結果により、身体への直接的な効用は未知数であるが、福祉家具の導入によって施設職員が家具を活用した歩行運動を促すなど、歩行や運動機会の「きっかけづくり」に繋がったと考える。

7. コンピュータマネキンの活用

家具の試作にあたって、人間工学的な観点での評価技術として、コンピュータマネキンの活用を模索した。

コンピュータ上の模擬空間内に、3次元データ化された人間を配置することができるコンピュータマネキンは、近年のコンピュータ能力の急速な増大により改めて注目されている。製品を試作し試用する評価手法で生じる、時間・金銭的なコストや、試作品を被験者が使用する際のリスクからの開放など、さまざまな利点がある一方で、現実の人間を完全にシミュレートする能力は無いため、これを用いた評価のために工夫が必要とされる。

当研究では、起立補助家具の開発のために、2種類のコンピュータマネキンを用いた評価を試みた。

7.1 家具形状の評価

起立補助家具は、起立補助部と椅子部が連結された形状であり、椅子部の幅や起立補助部上段の奥行きによっては、座った際に腕が起立補助部に当たる可能性があった。そこで、コンピュータマネキンを用いて、家具の形状やサイズの検討をおこなった。

使用したコンピュータマネキンは zetec 社の HumanWorks JS である。JIS 規格(L4004,4005)にもとづいた日本人サイズの成人男女モデルがあり、3次元 CAD (SolidWorks)の機能を使って関節角度を自由に調整することが特徴である。男女モデル各々に 5%タイル、50%タイル、95%タイルのモデルがあり、JIS 規格に基づいた基本身長の設定を表5に示す

図5は、3次元CADによって家具を3D化し、そこにモデルを座らせて家具と人体の間の干渉をチェックしている様子である。図左・中は成人男性5%タイルモデルである。このモデルはこの家具が対象とする高齢者に近いサイズであり、このモデルが窮屈にならないサイズを検討することで、最小サイズの検討につながった。図右は成人男性95%タイルモデルであり、家具に干渉せずに着座できることがわかる。つまり、これよりも大きな家具でなくてもよいことが検証できた。

表5 各%タイルモデルにおける身長

	5%タイル	50%タイル	95%タイル
男性	156.0cm	167.0cm	179.5cm
女性	145.5cm	156.0cm	166.0cm

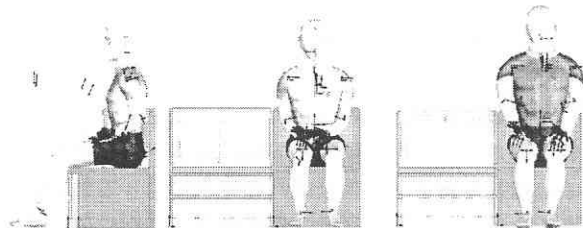


図5 コンピュータマネキンによる検討

3次元CADで作成した家具は、この図のような画面表示を見ながら即座に自由に設計を変更できるため、コンピュータ上で簡単に家具の形状やサイズの検討をすることができ、開発の効率化につなげることができた。

7.2 起立動作の検証

起立補助家具では、起立動作における膝および腰への負担を上肢に分散させるように2段の天板が用意される。本評価では、天板高さで起立姿勢の関係を調べるために、コンピュータマネキンを使用した。

使用したコンピュータマネキンはUGS PLM Solutions社のJackである。これは、あらかじめ用意されたサイズのほか、各種寸法を入力してマネキンを生成することができ、また、総合的な動作を指示することで各関節が自然な動きをシミュレートでき、その姿勢での関節トルクを評価できるなど、高機能なものである。

図6は、天板の高さ0cmから70cmまでを模擬した環境で、コンピュータマネキンに手を着いた姿勢をとらせている様子である。手足の位置、腰の高さなどを指定することで、比較的簡単にこうした姿勢を作成できた。

この様子から起立動作を推定し、天板の高さ、起立補助部上段の奥行きなどの形状を決定することにつながった。なお、Jackの機能でこれらの姿勢における関節トルクを求めることができたが、後述するとおり、起立動作の一連の姿勢との関連が少ないデータと考えられるため、開発へのフィードバックはできなかった。

7.3 コンピュータマネキン活用の課題

いずれのソフトを用いた場合でも問題となったのは、その姿勢や動作を実際の人間のそれと同様に作ることが難しい点である。

ソフトの操作性という課題もあるが、これはソフトウェア技術の発展とともに解消されていくとして、真に解決すべき問題として、コンピュータマネキンの動的な姿勢の変化が、現実の人間のそれと同様かどうか保障できないということがある。

コンピュータ上の評価と実計測機器を用いた評価との相関を取りまとめることができないという点が、人間工学的評価手法としてのコンピュータマネキン活用の、根本的な問題として立ちはだかっている。

解決策の1つは、モーションキャプチャーとの連携であり、現にJackではそのためのツールキットも用意されている。ただし、モーションキャプチャーは現実空間で

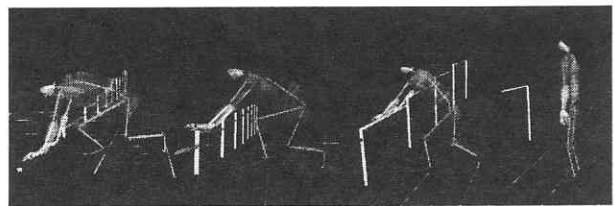


図6 コンピュータマネキンによる起立動作の検証

の実験そのものであり、(使い方によっては非常に有用であるが)本節の冒頭で述べたコンピュータマネキンの利点の多くは失われてしまう。今後は、コンピュータマネキンとモーションキャプチャーの連携による評価手法の構築を進めていくと同時に、現実の人間と比べても十分に自然な動作をおこなう、自立型のコンピュータマネキンの開発も期待したい。

8. 結 言

最終年度の研究では一次試作家具の評価を進め、家具メーカーと9品目を製品化し、歩行支援設備及び起立補助家具について、順に特願2004-102730、特願2004-102729として平成16年3月31日に特許出願を完了した。

筋活動量の測定においては、起立補助家具において椅子の立ち上がりよりも若干負荷があり、下肢の負担は少なくしながら、ある程度の生活リハビリ効果があることを検証できた。

また、家具導入の前後での生活者の歩数や体組成の変化の検証では歩数の増加が、体組成に好影響を与える兆しを数値的に確認したが、さらに深い検証が必要と考える。ただしこうした福祉家具を商品化し、施設や在宅生活に導入することで歩行機会増進の「きっかけ」となることは間違いはない。

これらの住宅設備及び家具の開発においてコンピュータマネキンの活用を試みHuman Worksによる寸法検討への実用性を確認した。またJackにおいては、一連の動作における関節トルク演算と実計測の相関において高い信頼性が確認できなかったため、さらなる検証を進めたい。

謝 辞

本研究の推進にあたり御協力頂いた「特別養護老人ホーム サンサンホーム」、「公立みつぎ総合病院 リハビリテーションセンター」、「多機能地域ケアホーム ありがとう」、「グループホーム ひよし」の方々に深く感謝の意を表します。

文 献

- 1) 橋本, 横山, 岡野, 平田: 広島県立東部工業技術センター研究報告, 16, 39(2003).
- 2) 横山, 橋本, 岡野, 平田: 広島県立東部工業技術センター研究報告, 16, 43(2003).